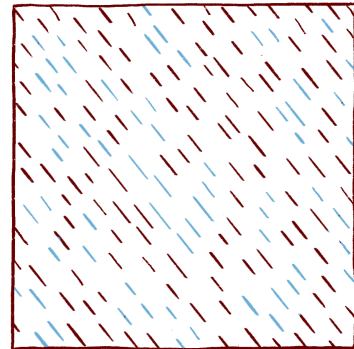
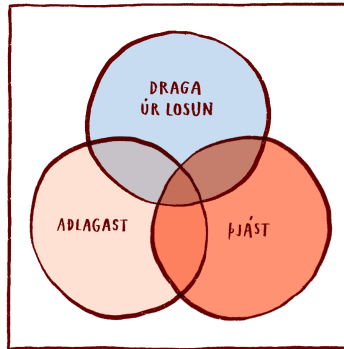
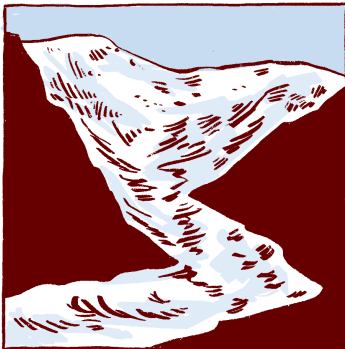


KAFLI

11

AÐLÖGUN AÐ
LOFTSLAGSBREYTINGUM



Efnisyfirlit kafla

11.1	Inngangur	342
11.2	Hvað er aðlögun?	342
11.3	Aðlögun í alþjóðlegu samhengi	345
11.4	Aðlögun í norrænu samhengi	347
11.5	Staða aðlögunar á Íslandi	347
11.5.1	Loftslagsþjónusta og starfsemi tengd aðlögun	350
11.5.2	Samráðsvettvangur um þekkingarsköpun vegna áhrifa loftslagsbreytinga	350
11.6	Skipulag í þágu aðlögunar	351
11.6.1	Skipulagsmál og sveitarfélög	352
11.7	Viðbrögð við loftslagsvá: Dæmi um aðlögunaraðgerðir	354
11.7.1	Fjármálastarfsemi og tryggingar	354
11.7.2	Ferðaþjónusta	356
11.7.3	Sjávarútvegur	358
11.7.4	Vatns- og fráveitur	360
11.7.5	Samgöngur	360
11.8	Niðurlag	361

Samantekt

1. Aðlögun að loftslagsbreytingum er staðbundin aðgerð sem felst í því að undirbúa samfélög, fólk, kerfi og náttúru undir áhrif loftslagsbreytinga, lágmarka skaðlegar afleiðingar þeirra og nýta möguleg tækifæri.
2. Tillögu að landsáætlun um aðlögun að loftslagsbreytingum var skilað í september 2023. Slík áætlun á að skilgreina ábyrgðaraðila aðlögunaraðgerða. Innleiðing slíkrar áætlunar mun gegna lykilhlutverki í að gera aðlögun að loftslagsbreytingum markvissari.
3. Íslenskur lagagrunnur varðandi aðlögun að loftslagsbreytingum er almennt veikur og tekur lögbundið umboð ríkis og sveitarfélaga hvað varðar loftslagsmál nánast eingöngu til mótvægisáðgerða.
4. Skipulag er lykilstjórnþæki til að vinna farsælega að aðlögun byggða og samfélags. Tryggja þarf undirstöður loftslagsþolins skipulags með skýrum markmiðum, leiðbeiningum, hvatningu og stuðningi við skipulagsyfirvöld í héraði.
5. Fjárhagslega hvata og fjármögnunaraðgerðir vantar til þess að hraða aðlögunaraðgerðum. Mikilvægt er að skilgreina hvar ábyrgðin liggur og gæta þarf jafnræðis þegar kemur að kvöðum á mismunandi aðila, svo sem almenning, sveitarfélög eða fyrirtæki.
6. Stjórnvöldum ber að tryggja að hægt sé að byggja ákvarðanir varðandi aðlögun á áreiðanlegum gögnum og rannsóknnum. Slíkt krefst aukins fjármagns til rannsókna og vöktunar á áhrifum loftslagsbreytinga á íslenska náttúru og samfélag.
7. Miðlun upplýsinga til að brúa bil á milli vísindafólks, stefnumótenda og almennings varðandi áhrif og afleiðingar loftslagsbreytinga er lykilatriði.
8. Leggja þarf mat á hversu berskjaldað Ísland er gagnvart áhættum þvert á landamæri og skilgreina mælikvarða fyrir viðbragðsáætlanir og langtímastefnur.
9. Þrátt fyrir að aðlögunaraðgerðir taki almennt mið af umhverfi og aðstæðum á hverjum stað er hægt að læra af reynslu annarra. Það er því mikilvægt að efla samvinnu innan lands og á alþjóðlegum vettvangi.
10. Heildstæður rammi til áhættumats og gerð aðlögunaráætlana vegna mögulegra áhrifa loftslagsbreytinga á sjávarútveg og fiskeldi hefur verið settur fram. Með honum er hægt að kortleggja áhættu og tækifæri tengdum loftslagsbreytingum, forgangsröðun og innleiðingu aðlögunaraðgerða.
11. Seðlabankar víða um heim eiga í samstarfi við að meta loftslagsáhættu á fjármálakerfi. Viðbrögð við áhrifum loftslagsbreytinga hafa áhrif á bæði hlutverk og umboð Seðlabanka Íslands, t.d. í samhengi fjármálastöðugleika, fjármálaeftirlits og peningaeftirlits.
12. Aðlögun í jökultengdri ferðaþjónustu á sér þegar stað í formi tæknilegrar-, skipulagslegrar-, viðskiptalegrar- og stofnanalegrar aðlögunar. Aðlögunin er ýmist venjubundin eða sem viðbrögð við sýnilegri áhættu eða tækifærum. Getu til aðlögunar þarf að styrkja.

11.1 Inngangur

Þegar kemur að þeirri vá sem stafar af áhrifum loftslagsbreytinga hefur verið bent á að þjóðfélög hafi þrjá kosti (Holdren, 2008): að þola afleiðingarnar, draga úr losun eða aðlagast. Þó að auknar hamfarir geri atburði, sem flokka má til fyrsta kostsins, algengari getur aðlögun dregið úr afleiðingunum og samdráttur í losun minnkað umfang þeirra og tíðni.

Áhrifa loftslagsbreytinga er þegar farið að gæta á Íslandi og ljóst að um er að ræða áskorun til framtíðar. Dæmi um slíkt eru tíðari veðuröfgar, svo sem þurrkar og aftakaúrkoma, aukin hætta á ofanflóðum og gróðureldum, breytingar á vistkerfum á landi og í hafi og aukinn ágangur sjávar vegna hækkandi sjávaryfirborðs. Samfélagið stendur frammi fyrir mögulegum afleiðingum, svo sem fyrir efnahag, innviði, atvinnugreinar, öryggi og lýðheilsu. Það verður því sífellt mikilvægara að horfa til loftslagsbreytinga við skipulagsgerð og stefnumótun svo unnt sé að búa samfélagið undir gjörbreyttan veruleika. Í því felst aðlögun.

Hér á eftir verður fjallað um aðlögun að loftslagsbreytingum. Stuttlega verður fjallað um stöðu aðlögunar hnattrént og í nágrannalöndum Íslands en fyrst og fremst verður fjallað um málaflökkinn í íslensku samhengi. Sérstaklega verður fjallað um skipulagsmál sem lykilstjórnþæki til að vinna að aðlögun að loftslagsbreytingum. Í lok kaflans eru tekin dæmi um aðlögunaraðgerðir meðal mismunandi geira samfélagsins.

Að hluta byggir kaflinn á erindum frá málstofum vísindanefndar. Í grein 11.7 er byggt á erindum Gunnars Jakobssonar, Láru Jóhannsdóttur og Reynis Smára Atlasonar um tryggingar og fjármálastarfsemi (sjá 11.7.1), á erindi Jóhannesar Welling um ferðaþjónustuna (sjá 11.7.2) og á erindum Daða Más Kristóferssonar, Erlu Sturludóttur og Ragnhildar Friðriksdóttur um sjávarútveg (sjá 11.7.3). Grein 11.7.5 byggir að hluta á erindi Ingibjargar Jónsdóttur og Ásgríms Ásgrímssonar. Að auki hafa verið nýttar upplýsingar sem komu fram á málstofu samráðavettvangs um þekkingarsköpun vegna loftslagsbreytinga ((Veðurstofa Íslands, 2023)) og vinnustofum sem fram fóru fram í tengslum við mótun tillagna fyrir landsáætlun um aðlögun ((Alta, 2023a)). Vitnað er beint í þessar upplýsingar þar sem það á við. Frekari umfjöllun um áhrif loftslagsbreytinga á atvinnuvegi er að finna í kafla 8.

11.2 Hvað er aðlögun?

Loftslagsaðgerðum er almennt skipt í tvo flokka; aðlögunaraðgerðir og mótvægisáðgerðir.

Aðlögunaraðgerðir felast í því að undirbúa samfélög, fólk, kerfi og náttúru undir áhrif loftslagsbreytinga, lágmarka skaðlegar afleiðingar þeirra og nýta möguleg tækifæri. Aðlögun er lykilþáttur í því að tryggja langtímaviðbrögð við loftslagsbreytingum með það að markmiði að vernda fólk, lífsviðurværi og vistkerfi (Stjórnarráð Íslands, 2015). Aðlögunaraðgerðir miðast oft að tilteknum geirum, hópum og kerfum og eru því staðbundnar aðgerðir.

Mótvægisáðgerðir fela í sér kolefnisbindingu og samdrátt í losun gróðurhúsalofttegunda. Mótvægisáðgerðir eru skilgreindar sem hnattrænar.

Mikilvægt er að ná fram samlegð á milli mótvægis- og aðlögunaraðgerða til þess að koma í veg fyrir að þær vinni hvor á móti annarri (sjá mynd 11.1).

Með **aðlögun** er hægt að draga úr tjónnæmi og varnarleysi gagnvart loftslagsbreytingum. Aðlögun í vistkerfum á sér stað með breytingum gegnum vist- og þróunarfræðilega ferla, oft sjálfkrafa en inngríp manna getur flýtt fyrir (Pörtner o.fl., 2022, box TS.1).. Hvað mannleg kerfi varðar getur aðlögun verið viðbragð við atburði eða breytingum eða fyrirfram skipulögð. Aðlögun getur verið stigvaxandi eða á formi umbyltingar (IPCC, 2022).

Oft er talað um að byggja upp **loftslagsþol** með aðlögunaraðgerðum. Loftslagsþol, í samhengi aðlögunar, er getan til að snúa aftur til fyrra horfs í kjölfar röskunar. Í víðara samhengi er hugtakið notað um getu til að viðhalda nauðsynlegri starfsemi og/eða einkennum en hafa um leið möguleikann á því að taka breytingum (IPCC, 2022).

Við mat á árangri aðgerða er skoðað að hvað leiti þær hafa (1) dregið úr tjónnæmi og loftslagstengdri áhættu, (2) aukið loftslagsþol og hvort þær hafi (3) endað í **slæmri aðlögun** (*e. maladaptation*). Með slæmri aðlögun er vísað til aðgerða sem geta leitt til aukinnar loftslags-áhættu, meðal annars vegna aukinnar losunar gróðurhúsalofttegunda, aukins tjónnæmis vegna loftslagsbreytinga, ranglátra umskipta eða minnkandi velferðar, núna eða í framtíðinni. Slæm aðlögun á sér yfirleitt stað án ásetnings (IPCC, 2022).

Nýjasta skýrsla Milliríkjanefndar Sameinuðu þjóðanna um loftslagsbreytingar beinir, á meira afgerandi hátt en áður, sjónum sínum að samspili loftslags, vistkerfa, líffræðilegs fjölbreytileika og samfélags manna. Með því að beina sjónum að samspili þessara þátta er unnt að greina betur áhættu vegna loftslagsbreytinga og þau tækifæri sem mögulega skapast.

Mynd 11.2a) sýnir hvernig þessir þættir hafa áhrif hver á annan.

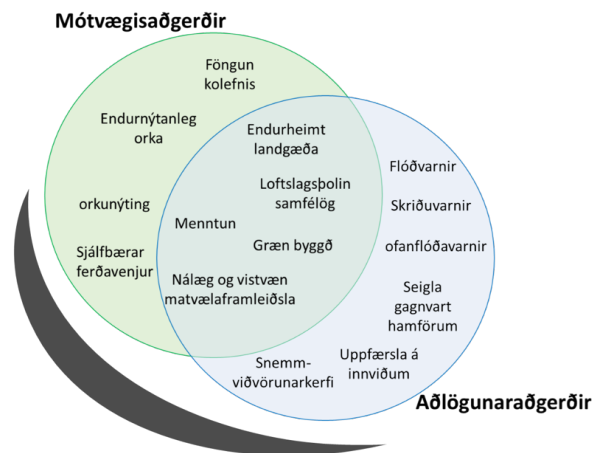
Losun gróðurhúsalofttegunda af manna-völdum veldur loftslagsbreytingum. Vegna aukinnar vár og tjónnæmis verður hættan sem skapast meiri en unnt er að aðlagast og afleiðingarnar valda tjóni. Hægt er að draga úr losun, aðlagast eða aðlagast með slæmum hætti, og það er á ábyrgð mannsins. Vistkerfi geta einnig aðlagast og brugðist við, en þó innan ákveðinna marka. Heilbrigð vistkerfi með líffræðilegum fjölbreytileika eru mannum mikilvæg sem lífsviðurværi. Maðurinn hefur áhrif á þau og getur endurheimt þau og verndað.

Mynd 11.2b) lýsir leiðum til þess að draga úr áhættu tengdri loftslagsbreytingum og byggja upp loftslagsþol. Til þess að svo megi verða þurfa umskipti að eiga sér stað á samfélagi og vistkerfum í átt að aukinni seiglu. Viðurkenning á loftslagsáhættu getur stutt við aðlögun og mótvægisáðgerðir og umbreytingar dregið úr áhættu. Stjórnhættir, fjármagn, uppbygging þekkingar og getu, tækni og hvatar auðvelda aðgerðir. Frekari umfjöllun um niðurstöður nýjustu skýrslu Milliríkjanefndarinnar í samhengi aðlögunar má finna í viðauka A og kafa 1.

Umhverfisstofnun Evrópu (*e. European Environment Agency, EEA*) skiptir aðlögunaraðgerðum í lykilklokka eftir því í hverju aðgerðirnar felast, sjá töflu 11.1.

Til einföldunar er einnig oft talað um þrjá meginflokkar aðlögunaraðgerða: gráar, grænar og mildar lausnir.

- **Gráar lausnir** felast í tækni- og verkfræðilegum úrlausnum, svo sem byggingu varnargarða eða stífla. Slíkar lausnir geta verið nauðsynlegar þar sem öðrum aðgerðum verður ekki við komið.
- **Grænar lausnir** felast í styrkingu náttúrulegra ferla og stuðningi við þjónustu vistkerfa.



Mynd 11.1: Mikilvægt er að ná fram samlegðaráhrifum milli mótvægisáðgerða og aðlögunaraðgerða með það að markmiði að þær vinni ekki hvor á móti annarri. Sjá dæmi um sniðmengi loftslagsáðgerða á myndinni

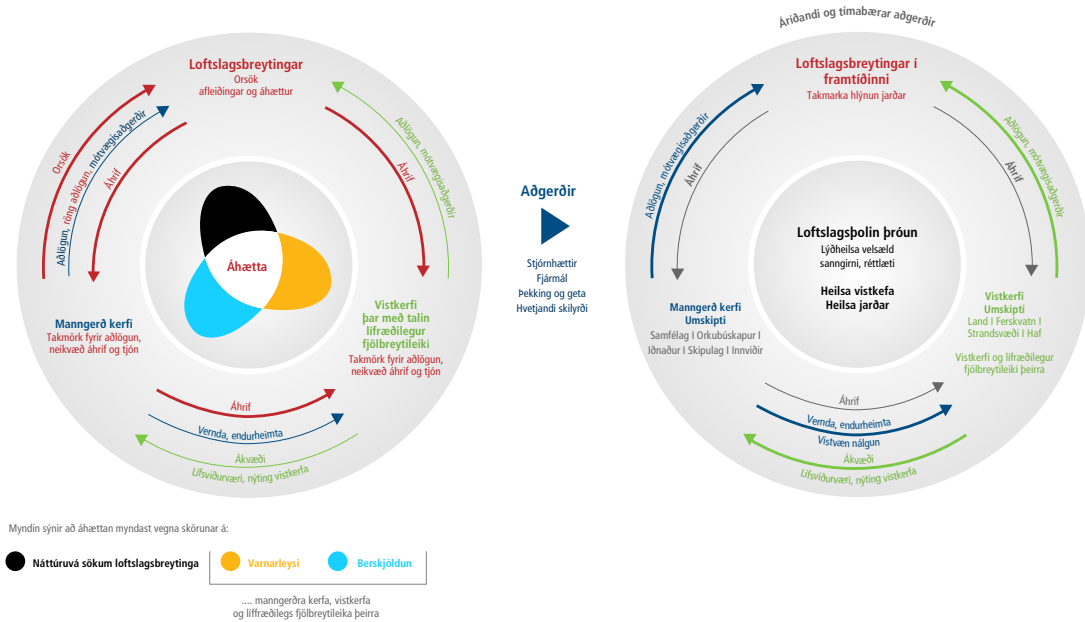
Tafla 11.1: Tafla frá Evrópsku umhverfisstofnuninni um flokkun aðgerða (Stýrihópur, 2023).

Lykilflokkar aðgerða	Undirflokkar/Tegund	Nánari skýring
A: Stjórnhættir og stofnanir	A1: stjórnþæki	Gerð/endurskoðun stefnu
	A2: Stjórnun og skipulag	Gerð/endurskoðun stefnu Samþætting aðlögunar inn í aðra geira Gerð/endurskoðun tæknilegra reglna og staðla
	A3: Samhæfing, samvinna og tengslanet	Gerð/endurskoðun samstarfshátta ráðuneyta Stofnun/endurskoðun á tengslaneti hagsmunaaðila
B: Hagrænar og fjárhagslegar aðgerðir	B1: Fjármögnun og fjárhagslegir hvatar	Stofnun/endurskoðun á fjárhagslegu hvatakerfi Uppsetning/endurskoðun fjármögnunarleiða
	B2: Tryggingar og áhættumiðlun	Uppsetning/endurskoðun váttrygginga Stofnun/endurskoðun viðbragðssjóða vegna neyðartilvika
C: Gráar og tæknilegar aðgerðir	C1: Gráar aðgerðir	Nýir innviðir Endurbætur, uppfærsla og/eða endurnýjun innviða
	C2: Tæknilegar aðgerðir	Snemm-viðvörðunarkerfi Greining á, og kortlagning hættu og áhættu Þjónusta og ferlar
D: Náttúru- vistkerfismiðaðar lausnir	D1: Grænar aðgerðir	Innleiðing/uppfærsla á grænum innviðum Náttúruleg og/eða hálfnáttúruleg stjórnun landnotkunar
	D2: Bláar aðgerðir	Innleiðing/uppfærsla á bláum innviðum Náttúruleg og/eða hálfnáttúruleg stjórnun vatns og hafsvæða
E: Þekking hegðun og atferli	E1: Upplýsingar og vitundarvakning	Rannsóknir og nýsköpun/þróun Samskipti, fræðsla og miðlun Verkfæri og gagnagrunnar til stuðnings ákvarðanatöku
	E2: Uppbygging getu, valdefling og hegðun/lífstíll	Greining og miðlun góðra starfshátta/aðferða Þjálfun og þekkingarmiðlun Miðlun um lífstíl og hegðun

Frá áhættu vegna loftslagsbreytinga til loftslagsþolinnar þróunar: loftslag, vistkerfi (þar með talin líffræðilegur fjölbreytileiki) og samfélag sem samþætt kerfi.

(a) Staðan á samspili kerfa og áhrif því tengdu.

(b) Mögulegar aðgerðir til að draga úr áhættu vegna loftslagsbreytinga og auka seiglu.



Mynd 11.2: Samspil loftslagsbreytinga, mannlegra kerfa og vistkerfa (þ.m.t. líffræðilegs fjölbreytileika). Mynd a) sýnir helstu tengingar á milli kerfa. Mannlegar athafnir valda loftslagsbreytingum. Bláar örvar merkja áhrif mannlegra kerfa á önnur kerfi, grænar örvar merkja áhrif vistkerfa og rauðar örvar merkja áhrif loftslagsbreytinga. Mynd b) sýnir leiðir til loftslagsþolinnar þróunar. Bláar örvar tákna áhrif mannlegra kerfa, grænar örvar áhrif vistkerfa og gráar örvar sýna minnkuð áhrif loftslagsbreytinga (eftir aðlögun) og athafna manna. Byggt á mynd SPM.1 (IPCC, 2022).

Til dæmis með því að auka fjölbreytni nytjaplantna og styrkja náttúrulegar varnir, svo sem votlendi. Uppbygging grænna innviða og aukin kolefnisbinding falla einnig undir grænar lausnir.

- **Mildar lausnir** snúa að breytingum á lögum og reglugerðum og gerð skipulags sem miðar að því að hafa áhrif á hegðun. Undir mildar lausnir fellur einnig fyrirkomulag tryggingamála, gerð hættumats og vöktun á umhverfinu.

Grænum og mildum lausnum fylgir yfirleitt ekki mikil áhætta þar sem þær aðgerðir sem gripið er til nýtast til góðs, hvort sem áhrif loftslagsbreytinga verða veruleg eða lítil. Vegna þessa er oft lögð áhersla á slíkar lausnir og möguleika þess að innleiða þær áður en gripið er til grárra lausna.

11.3 Aðlögun í alþjóðlegu samhengi

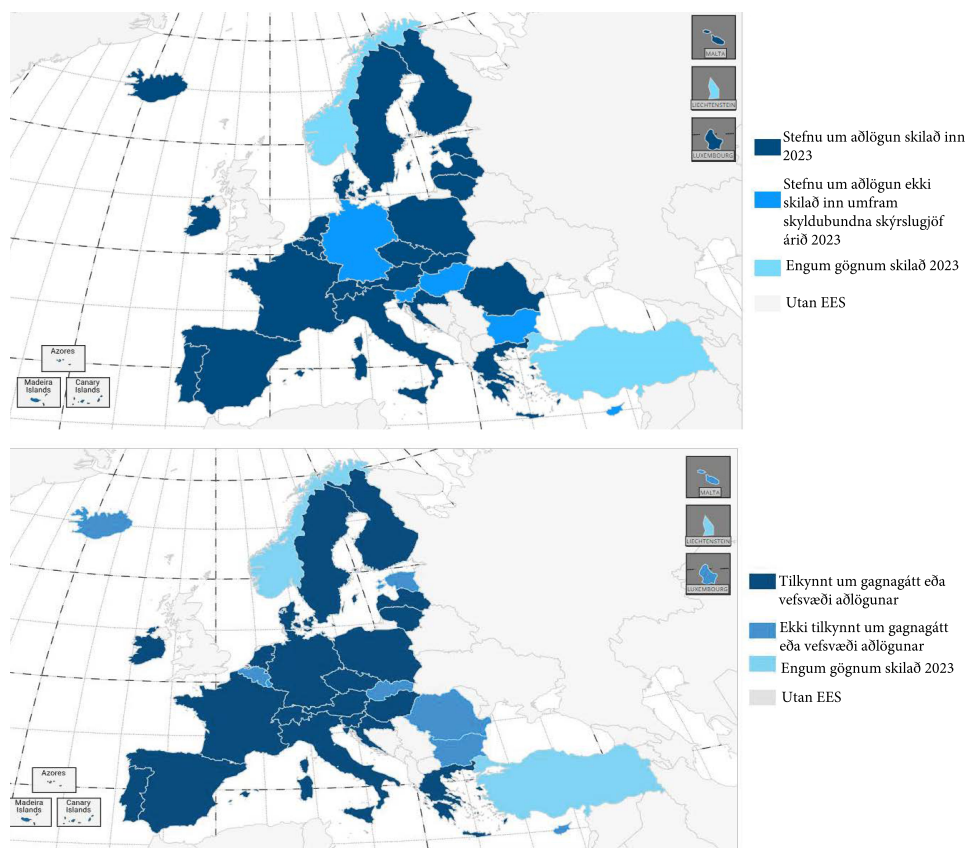
Í V2018 er fjallað um aðlögun í alþjóðlegu samhengi. Þar kom fram að á Íslandi þyrfti að taka aðlögun mun fastari tókum en gert var á þeim tíma. Hér að neðan verður nýlegri umfjöllum varðandi aðlögun í alþjóðlegu samhengi gerð skil og rakið hvað gerst hefur á Íslandi frá útkomu V2018.

Í 7. grein Parísarsamningsins er sérstaklega fjallað um aðlögun (Stjórnarráð Íslands, 2015). Þar setja aðildarríkin fram heimsmarkmið um aðlögun (e. *Global Goal on Adaptation*). Tilgangur

Þess er að auka aðlögunarhæfni og seiglu og draga um leið úr tjónnæmi gagnvart loftslagsbreytingum með það að leiðarljósi að styðja við sjálfbæra þróun og tryggja fullnægjandi aðlögunaraðgerðir. Samkvæmt samkomulaginu skulu aðildarríki taka þátt í aðlögunarferlum og innleiða aðgerðir. Tekur sú vinna meðal annars til mótunar og innleiðingar aðlögunaráætlana, mats á áhrifum loftslagsbreytinga og tjónnæmi með forgangs röðun aðgerða í huga. Að auki er lögð áhersla á að mæla og meta árangur aðgerða við að byggja upp loftslagsþol.

Aðildarríkjum Evrópusambandsins ber að skila skýrslu um aðlögun að loftslagsbreytingum í gegnum gagnaskilagátt Umhverfisstofnunar Evrópu skv. reglugerð (ESB) 2018/1999. Ákvæði um þau skil voru ekki tekin inn í EES-samninginn og hafa því ekki verið innleidd í íslenskt regluverk. Af þeim sökum er valkvætt hvort Ísland skilar upplýsingum um aðlögun í gáttina. Skýrslugjöfin er tengd við framsetningu á upplýsingum um stöðu aðlögunar í álfunni. Þar sem Ísland hefur horft til aðlögunarvinnu í Evrópu við skipulag sinna gagna og áætlana var upplýsingum um aðlögun skilað á valkvæðum grundvelli í gegnum evrópsku gáttina árið 2023. Litið var á þau skil sem tilraun til þess að kynnast fyrirkomulaginu og ávinningi af því að taka þátt í formlegum skilum. Næstu skil í gáttina verða árið 2025.

Mynd 11.3 sýnir stöðu Evrópuþjóða hvað varðar undirbúning, þróun og innleiðingu á stefnu um aðlögun (*e. National Adaptation Strategy, NAS*) og landsáætlun um aðlögun (*e. National Adaptation Policy, NAP*). Á efri hluta myndarinnar er Ísland dökk blátt að lit sem merkir að stefna um aðlögun hafi verið til staðar árið 2023. Á neðri hluta er Ísland merkt með ljósari lit sem merkir að Ísland hafi ekki innleitt gagnagátt eða vefsvæði tileinkað aðlögun árið 2023 (European Environment Agency, 2023).



Mynd 11.3: Sambandsríki Umhverfisstofnunar Evrópu eru komin mislangt á veg hvað varðar undirbúning, þróun og innleiðingu á stefnu um aðlögun (*e. National Adaptation Strategy, NAS*) og landsáætlun um aðlögun (*e. National Adaptation Policy, NAP*).

11.4 Aðlögun í norrænu samhengi

Þrátt fyrir að aðlögunaraðgerðir taki almennt mið af umhverfi og aðstæðum á hverjum stað er hægt að læra af reynslu annarra. Norrænn vinnuhópur um loftslag og andrúmsloft (Den Nordiske Arbejdsgruppe for Klima og Luft) starfar á vegum Norrænu ráðherranefndarinnar. Hlutverk hans er meðal annars að stuðla að því að Norðurlöndin mæti markmiðum um aðlögun að loftslagsbreytingum og samdrátt í losun. Einnig er til staðar óformlegur samráðsvettvangur á milli fulltrúa Norðurlandanna sem starfa á sviði aðlögunar og hefur sá hópur meðal annars verið ráðgefandi fyrir Norrænu ráðherranefndina við val á greiningum og rannsóknaverkefnum á málefnum.

Samkvæmt nýlegri samanburðarrannsókn á stöðu aðlögunar á Norðurlöndunum, með tilliti til stefnumótunar, lagaramma og fjárhagslegra kerfa, (Gram-Hanssen o.fl., 2023) eru Norðurlöndin almennt ágætlega á veg komin með að hrinda í framkvæmd aðlögunaraðgerðum. Nú þegar hafa flest landanna lokið að minnsta kosti einum hring stefnumótunar vegna aðlögunar 11.4. Niðurstöðurnar sýna þó að enn er skortur á heildrænu kerfi til þess að framkvæma áhættumat og mæla, vakta og meta árangur aðgerða. Þetta á sérstaklega við í tilfelli loftslagsáhættu sem gengur þvert á landamæri.

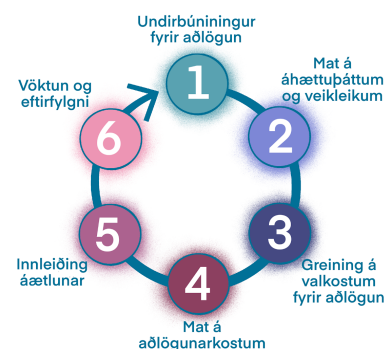
Árið 2022 kom út greining á stöðu Norðurlandanna gagnvart loftslagsáhættum sem ganga þvert á landamæri. Hún sýnir að vegna þess hversu mikið Norðurlöndin reiða sig á alþjóðlegar tengingar eru þau einkar berskjölduð gagnvart slíkum áhættum. Niðurstöðurnar benda til þess að tækifæri séu til að auka norrænt samstarf þegar kemur að greiningu á þessum áhættum og því því hvernig takast skuli á við þær. Stjórnvöld ríkjanna leiki þar stórt hlutverk en verkefnið kallar á víðtækt samstarf fyrirtækja og annarra hagaðila, innan Norðurlandanna og utan þeirra (NKL, 2022).

Árið 2023 kom út skýrsla um loftslagsáhættu sem ganga þvert á landamæri (Anisimov og Magnan, 2023). Skýrslan fjallar um viðfangsefnið í alþjóðlegu samhengi og samkvæmt henni er að finna eyður í loftslagsstefnum þegar kemur að flóknum og samverkandi áhættum sem ganga þvert á landamæri. Samkvæmt skýrslunni deilir alþjóðasamfélagið ábyrgð hvað varðar aðlögun vegna þessara þátta og þegar aðlögun hættir að vera staðbundin og verður hnattræn kallar það á nýjar lausnir í alþjóðlegu samstarfi (Anisimov og Magnan, 2023). Frekari umfjöllun um skýrsluna og loftslagsáhættu þvert á landamæri í kafla .

Á síðastu árum hefur byggst upp óformlegur samstarfsvettvangur sérfræðinga á sviði aðlögunar á Norðurlöndunum á formi ráðstefnu, *Nordic Conference on Climate Change Adaptation*, NOCCA. Sex slíkar ráðstefnur hafa verið haldnar og fór sú síðasta fram í Reykjavík vorið 2023. Tilgangur ráðstefnanna er að brúa bilið á milli vísindamanna og stefnumótenda á sviði aðlögunar. Í skýrslu sem birt var í kjölfar ráðstefnunnar í Reykjavík var lagt til að ráðstefnan yrði fest í sessi innan Norðurlandaráðs þar sem um mikilvægan vettvang til þekkingarmiðlunar um aðlögunaraðgerðir væri að ræða (Theódóra Matthíasdóttir o.fl., 2023).

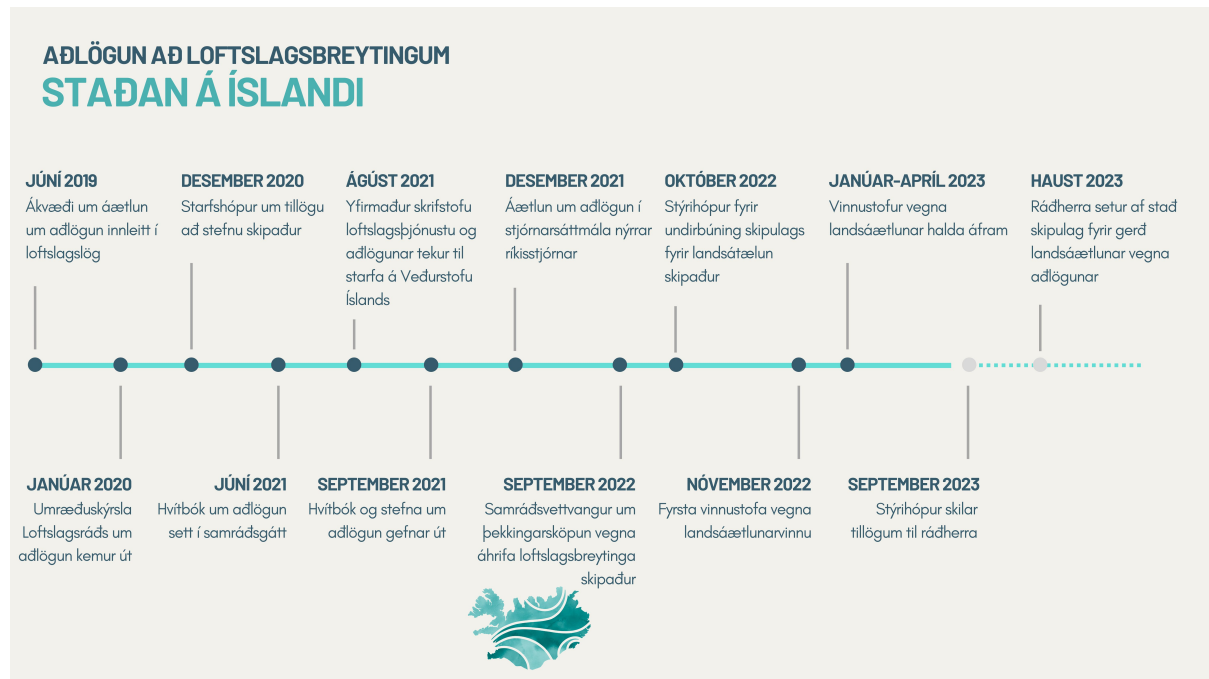
11.5 Staða aðlögunar á Íslandi

Umhverfis-, orku- og loftslagsráðuneyti fer með loftslagsmál á Íslandi, þar á meðal mál er snerta aðlögun að loftslagsbreytingum. Eitt af markmiðum laga um loftslagsmál nr. 70/2012 er að



Mynd 11.4: Sjónræn framsetning á stigunum í stefnuferli aðlögunar, byggð á sambærilegri framsetningu frá *ClimatAdapt Adaptation Support Tool 2023*

stuðla að aðlögun að afleiðingum loftslagsbreytinga. Lögin tóku breytingum árið 2019 með innleiðingu 5. gr. a en samkvæmt henni skal ráðherra láta vinna áætlun um aðlögun íslensks samfélags að loftslagsbreytingum og setja reglugerð um gerð og eftirfylgni hennar.



Mynd 11.5: Aðlögun að loftslagsbreytingum. Staðan á Íslandi til dagsins í dag

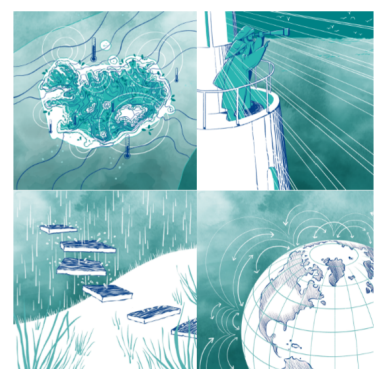
Landsáætlun er efsta stig áætlunargerða þar sem hún er stefnumarkandi og grundvöllur fyrir fjármögnun frá ríkisvaldinu. Landsáætlun um aðlögun á að skilgreina ábyrgðaraðila aðlögunaraðgerða. Einnig er hún rammi utan um eftirfylgni og mat aðgerða og tryggir þannig aðlögunarvinnu í landinu ásamt því að tryggja upplýsingagjöf og gefa yfirsýn yfir málaflokkinn (Stýrihópur, 2023). Innleiðing slíkrar áætlunar mun gegna lykilhlutverki í að gera aðlögun að loftslagsbreytingum markvissa (NKL, 2022).

Fyrsta stefna íslenskra stjórnvalda um aðlögun að loftslagsbreytingum, *Í ljósi loftslagsvárs*, var birt í september 2021. Síðan hefur verið unnið að undirbúningi aðlögunar á Íslandi og skilaði stýrihópur tillögu að landsáætlun um aðlögun að loftslagsbreytingum, *Loftslagsþolið Ísland*, í september 2023 (Stýrihópur, 2023).

IPCC hefur skilgreint sex þátta stefnumótunarferli aðlögunar 11.4. Markmið þess er að auðvelda stefnumótendum og öðrum sem vinna að aðlögun á landsvísi við að þróa, innleiða, vakta og meta aðlögunaráætlanir. Segja má að nú, þegar tillögu að landsáætlun hefur verið skilað, sé fyrstu þremur skrefum ferlisins lokið; 1) *Undirbúningi fyrir aðlögun*, 2) *Mati á áhættuþáttum og veikleikum* með vísindaskýrslum, hvítbók og stefnu og 3) *Greiningu á valkostum fyrir aðlögun*.

Sú tillaga sem skilað var um landsáætlun í september 2023 felur í sér að (1) settar verði af stað fjórar forgangsaðgerðir, (2) að landsáætlun um aðlögun verði skilgreind í reglugerð og (3) að stýrinefnd vegna tillögu að þingsáætlun um landsáætlun verði skipuð. Lagt er til að forgangsaðgerðirnar fjórar verði innleiddar samhliða ferli áætlunargerðar, en þær eru (sjá mynd 11.6):

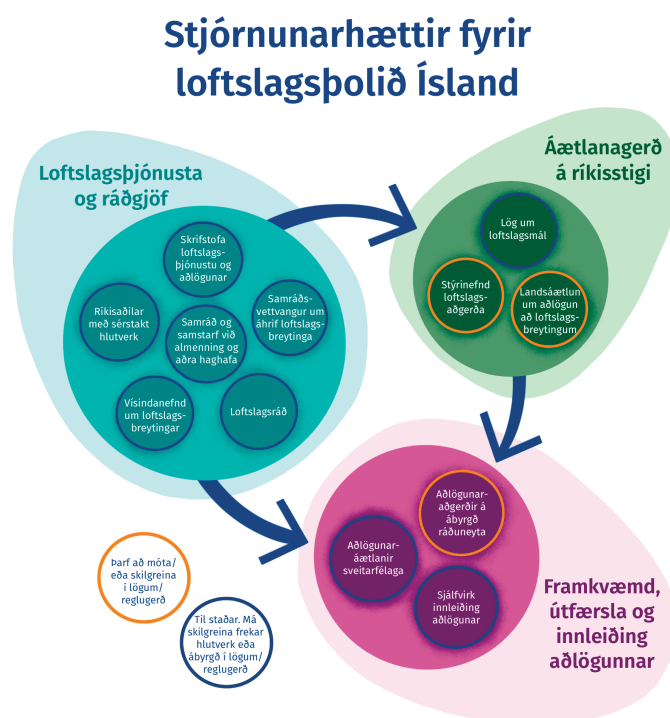
1. Loftslagsatlas Íslands



Mynd 11.6: Tillögur stýrihóps um fjórar forgangsaðgerðir

2. Vöktunaráætlun – átak í rannsóknum
3. Tilraunaverkefni um gagnagátt fyrir náttúruvá með áherslu á vatns- og sjávarflóð
4. Loftslagsáhættuvísar fyrir Ísland

Samkvæmt tillögunni munu aðgerðirnar fjórar auðvelda og bæta áætlanagerð og innleiðingu fyrstu landsáætlunar þar sem þær leggja allar grunn að mikilvægum upplýsinga- og þekkingarinnviðum fyrir ákvarðanatöku vegna aðlögunarvinnu. Nánar má lesa um aðgerðirnar í tillögunni (Stýrihópur, 2023).



Mynd 11.7: Sýn stýrihópsins á stjórnunarhætti fyrir aðlögun að loftslagsbreytingum úr Loftslagsþolið Ísland: Tillögur fyrir gerð landsáætlunar um aðlögun að loftslagsbreytingum

Þrátt fyrir að minnst sé á aðlögun að loftslagsbreytingum í lögum um loftslagsmál er íslenskur lagagrúnnur varðandi aðlögun að loftslagsbreytingum almennt veikur og tekur lögbundið umboð ríkis og sveitarfélaga hvað varðar loftslagsmál nánast eingöngu til mótvægisáðgerða. Að auki skortir á samþætta nálgun hvað varðar aðlögun á Íslandi. Mikilvægt er að skoða samþættingu á milli ráðuneyta og stefnu ríkisins sem tengist málaflokknum, svo sem um líffræðilegan fjölbreytileika, sjálfbæra þróun og almannavarnir. Þrátt fyrir að mörg ráðuneyti hafi sett sér stefnu um loftslagsmál er getan til þess að framfylgja henni oft lítil og yfirleitt er aðgerðum beint að samdrætti í losun (Gram-Hanssen o.fl., 2023). Landsáætlun um aðlögun er verkfæri til þess að ná fram nauðsynlegri samþættingu þvert á stefnu og störf stjórnvalda.

Í tillögu að landsáætlun er sett fram hugmynd að stjórnunarháttum fyrir loftslagsþolið Ísland (11.7). Hún sækir innblástur í fyrirkomulag á Írlandi þar sem landsáætlun er skilgreind í samhengi þriggja sviða; loftslagsþjónustu og ráðgjöf, áætlanagerð á ríkisstigi og framkvæmd ásamt útfærslu og innleiðingu.

Áhættumat og áhættustýring er mikilvægur hluti af aðlögun og greina þarf loftslagsáhættu fyrir alla geira og samfélagshópa. Samkvæmt nýlegri rannsókn sem unnin var af Umhverfissetri

Stokkhólms (*e. Stockholm Environment Institute, SEI*) fyrir Norrænu ráðherra nefndina hefur ekki verið hugað nægilega vel að því hvaða áhrif loftslagsbreytingar sem ganga þvert á landamæri hafa á efnahag og samfélag á Íslandi. Stefna Íslands um aðlögun að loftslagsbreytingum einblínir mestmegnis á staðbundin áhrif. Þörf er á að skoða áskoranir þvert á landamæri á fólksflutninga tengdum loftslagsbreytingum, matvælaframleiðslu og fyrirtæki (NKL, 2022).

Engar ítarlegar greiningar á loftslagsáhættu þvert á landamæri hafa enn verið gerðar á Íslandi. Slíkar greiningar eru grunnur fyrir viðbragðsáætlanir og langtímastefnur vegna þeirra áskorana sem áhættur þvert á landamæri hafa í för með sér. Skilgreina þarf hvar ábyrgðin varðandi aðlögun á þessu sviði liggur og gæta þarf jafnræðis þegar kemur að kvöðum á mismunandi aðila, svo sem almenning, sveitarfélög eða fyrirtæki. Sem dæmi má nefna að fólksflutningar í tengslum við loftslagsbreytingar munu fela í sér samstarf og samninga á milli ríkis og sveitarfélaga um móttöku þessara hópa (Gram-Hanssen o.fl., 2023).

11.5.1 Loftslagsþjónusta og starfsemi tengd aðlögun



Mynd 11.8: Aðlögun að loftslagsbreytingum teygir anga sína um allt samfélagið

Í skýrslu V2018, umræðuskýrslu Loftslagsráðs auk Hvítbókar um aðlögun (Halldór Björnsson o.fl., 2018; Magnús Örn Sigurðsson, 2020; Hvítbók, 2021) og víðar var kallað eftir samþættingu og miðlun upplýsinga tengdum loftslagsbreytingum og aðlögun; bæði innan geira, á milli geira og til almennings.

Skrifstofa loftslagsþjónustu og aðlögunar (SLA) var stofnuð í ágúst 2021 og er hún staðsett á Veðurstofu Íslands. Skrifstofunni er ætlað að vera vettvangur til að styðja við stefnu stjórnvalda um aðlögun vegna loftslagsbreytinga og ákvarðanatöku varðandi aðlögun. Hún skal þjónusta brýn verkefni á sviði aðlögunar, miðla sviðsmyndum um loftslagsbreytingar og áhrif þeirra og sinna vöktun á afleiðingum.

Skrifstofan er ábyrg fyrir samræmingu og miðlun upplýsinga sem tengjast áhrifum loftslagsbreytinga. Hún starfar náið með háskólasamfélaginu, fagstofnunum og hagaðilum og þjónar þannig sem brú á milli vísinda og samfélags. Skrifstofan þjónustar og starfar með þverfaglegri vísindanefnd um loftslagsbreytingar sem skipuð er af ráðherra og kemur að útgáfu reglubundinna skýrslna um afleiðingar loftslagsbreytinga, aðlögunarþörf og áhættugreiningar.

Skrifstofan er einnig tengiliður Íslands (*e. National Focal Point*) við Milliríkjanefnd Sameinuðu þjóðanna um loftslagsbreytingar (*e. IPCC*) og sinnir loftslagsþjónustu í samvinnu við erlenda aðila, svo sem Alþjóðaveðurfræðistofnunina (*e. WMO*) og loftslagsþjónustu Evrópu, Copernicus. Auk ofangreinds starfrækir skrifstofan samráðsvettvang um þekkingarsköpun vegna áhrifa loftslagsbreytinga.

11.5.2 Samráðsvettvangur um þekkingarsköpun vegna áhrifa loftslagsbreytinga

Fyrsta stjórn samráðsvettvangs um þekkingarsköpun vegna áhrifa loftslagsbreytinga var skipuð af umhverfis-, orku- og loftslagsráðherra í september 2022 og hóf störf í október sama ár.

Vettvangurinn skal þjóna sem rými fyrir fundi, vinnustofur og fræðslu vegna rannsókna og greininga á áhrifum loftslagsbreytinga. Honum er ætlað að undirbyggja vinnu skrifstofu loftslagsþjónustu og aðlögunar við samantekt gagna og upplýsinga frá fagstofnunum og öðrum

samstarfsaðilum og miðlun þeirra til almennings og hagaðila m.a. með vefþjónustum, skýrslum og fræðslu.

Stjórn samráðsvettvangsins stóð fyrir málþingi sem bar heitið „Aðlögun að loftslagsbreytingum: Hvað vitum við og hvað þurfum við að gera?“ (Samráðsvettvangur, 2023). Tilgangur viðburðarins var að öðlast yfirsýn yfir stöðu þekkingar á sviði loftslagsbreytinga og aðlögunar en ekki síður að leggja grunn að tengslaneti á milli aðila sem starfa á þessu sviði. Á málþinginu kom fram að staða þekkingar á áhrifum loftslagsbreytinga og aðlögunar er misjöfn á milli viðfangsefna, greina og sviða. Það sem meðal annars hefur staðið í vegi fyrir þekkingarsköpun er sú staðreynd að viðfangsefnið er tiltölulega nýtt í umræðunni og fjármagn til rannsókna er oft af skornum skammti (Veðurstofa Íslands, 2023).

Sú reynsla og þekking sem hefur byggst upp á fyrsta ári samráðsvettvangsins mun nýtast til þróunar vettvangsins til framtíðar. Í vinnustofum sem fóru fram í tengslum við mótun tillagna fyrir landsáætlun um aðlögun var áberandi ákall eftir slíkum þverfaglegum vettvangi. Í tillögum stýrihóps um landsáætlun var lagt til að nýrri stjórn vettvangsins væri falið aukid umboð til að vinna að skipulagi og samhæfingu loftslagsþjónustu með það að markmiði að styðja við þróun og innleiðingu loftslagsaðgerða. Það væri til dæmis hægt að gera með því að tryggja stjórninni aðkomu að þróun vöktunaráætlunar (Stýrihópur, 2023).

11.6 Skipulag í þágu aðlögunar



Mynd 11.9: Merki samráðsvettvangs um þekkingarsköpun um áhrif loftslagsbreytinga

Skipulag og umhverfismat eru lykilstjórnæki til að vinna farsælega að aðlögun byggða og samfélags. Skipulagsgerð felur meðal annars í sér að horfa til langs tíma við mótun og ákvarðanatöku um ráðstöfun lands í samráði við almenning og hagsmunaaðila. Með skipulagi eru settar staðbundnar reglur um staðsetningu og útfærslu mannvirkja og annarrar landnýtingar, meðal annars með öryggi og sjálfbærni að leiðarljósi.

Þegar kemur að lögum og reglugerðum sem tengjast skipulagi er misjafnt hvernig náttúruvá, loftslagsvá og aðlögun eru tekin fyrir. Í skipulagslögum nr. 123/2010 á Íslandi er mælt fyrir um skipulagsáætlanir sem eigi að hafa öryggi langsmanna að leiðarljósi og í þeim skuli marka stefnu um landnotkun og byggðaþróun, meðal annars út frá náttúrvá. Í skipulagsreglugerð frá 2013, sem staðfest var á grundvelli skipulagslaga, eru sett fram ýmis ítarleg fyrirmæli um hvernig taka skal tillit til náttúruvá en ekki er minnst á loftslagsvá né aðlögun sérstaklega. Lög nr. 88/2018 um skipulag haf- og strandsvæða hefur meðal annars þau markmið að tekið sé mið af áhrifum loftslagsbreytinga við skipulag fjarda og flóa. Í lögum um umhverfismat framkvæmda

og áætlana nr. 111/2021 segir að við gerð umhverfismats skuli leggja mat á næmi framkvæmda og áætlana fyrir hættu á náttúruhamförum. Samkvæmt lögum um almannavarnir nr. 82/2018 ber sveitarfélögum, í samvinnu við ríkislögreglustjóra, að kanna áfallaþol í sínu umdæmi. Ekki er talað um loftslagsþol í því samhengi.

Í september 2023 voru drög að hvítbók um skipulagsmál (Innviðaráðuneyti, 2023) birt í samráðsgátt stjórnvalda. Þar er lögð fram endurskoðuð landsskipulagsstefna til fimmtán ára ásamt aðgerðaáætlun til fimm ára. Í hvítbókinni eru skilgreind níu lykilviðfangsefni í landsskipulagsstefnu og tekur eitt þeirra sérstaklega til loftslagsbreytinga. Í aðgerðaáætluninni eru settar fram 17 aðgerðir sem ætlað er að ná fram markmiðum stefnunnar og snýr sú fyrsta að

Því að „*efla viðnámsþrótt byggðar og samfélags gagnvart afleiðingum loftslagsbreytinga*“. Það verði meðal annars gert í gegnum verkefni sem skilgreint er í núverandi Bygðaaætlun og er þegar hafið (sjá nánar grein 11A).

Í samhengi aðlögunar má benda á að í gildandi landsskipulagsstefnu frá 2016 (Skipulagsstofnun, 2016) er lögð áhersla á að það annars vegar að skipulag sé sveigjanlegt og stuðli að seiglu gagnvart samfélags- og umhverfisbreytingum og öryggi almennings gagnvart náttúruvá og loftslagsbreytingum og hins vegar að við skipulagsgerð sveitarfélaga sé tekið tillit til áhrifa loftslagsbreytinga og þeirrar hættu sem stafar af náttúruvá, svo sem flóðum.

11.6.1 Skipulagsmál og sveitarfélög

Sveitarfélög fara með skipulagsvald og veita bygginga- og framkvæmdaleyfi. Skipulagsáætlanir sem unnið er með innan sveitarfélaga eru þrenns konar: (1) Svæðisskipulag (sem er valkvætt annarsstaðar en á höfuðborgarsvæðinu), (2) aðalskipulag (þar sem stefna er mótuð af hverju sveitarfélagi um uppbyggingu og landnotkun á öllu landi innan sveitarfélagsins) og (3) deiliskipulag (sem tekur til minni svæða innan sveitarfélagsins).

Í deiliskipulagi eru til dæmis skilgreindar götur og lóðir og í því tilfelli þarf að vera unnt að sjá fyrir breytingar til framtíðar, svo sem hækkun á yfirborði sjávar. Á þeim grundvelli er svo hægt að setja reglur um hversu nálægt strandlengju má byggja, hvernig má nýta þær byggingar og hversu hátt þær þurfa að standa.

Með vel ígrunduðu skipulagi er hægt að tryggja að ákvarðanir taki mið af þekktri náttúruvá og að ráðstafanir séu gerðar til að bregðast við væntum afleiðingum loftslagsbreytinga. Það er meðal annars hægt að gera með því að:

- Laga staðsetningu og útfærslu byggðar og nýtingu lands að fyrirséðum atburðum og breytingum.
- Hagnýta græna innviði eins og blágrænar ofanvatnslausnir í bland við hefðbundnar tæknilegar lausnir, meðal annars til að mæta aukinni úrkomuákefð.
- Samþætta aðlögunaraðgerðir við aðrar áherslur í skipulagsgerð til að ná margþættum ávinningi. Það er hægt að gera með því að velja aðlögunaraðgerðir sem jafnframt miða að:
 - Varðveislu náttúrulegra svæða og líffræðilegrar fjölbreytni, t.d. með notkun grænna innviða sem binda gróðurhúsalofttegundir, styðja við líffræðilegum fjölbreytileika og bregðast við aukinni úrkomuákefð.
 - Vönduðu og aðlaðandi byggðu umhverfi, t.d. með útfærslu 20 mínútna hverfa þar sem áhersla er á þetta byggð, nærpjónustu, virka ferðamáta og græna innviði. Því er ætlað að stuðla að kolefnishlutleysi, viðnámsþrótti, lífsgæðum og bættri lýðheilsu.

Þegar má sjá dæmi um samþættingu aðlögunaraðgerða og annarra áherslna í skipulagsgerð á Íslandi. Í Grundarfirði var árið 2021 staðfest nýtt aðalskipulag þar sem sett var fram stefna um að blágrænar ofanvatnslausnir verði innleiddar í þéttbýli. Það var meðal annars gert vegna fyrirséðs aukins álags á veitukerfi vegna rigningar og asahláku en líka til þess að gera Grundarfjörð grænan, heilsuvænan og ákjósanlegan til búsetu, sjá mynd 11.10

Dæmi eru um að áskoranir tengdar loftslagsbreytingum hafi tafið vinnu við skipulagsgerð. Í Örafasveit, Sveitarfélaginu Hornafirði, tengjast áskoranir við skipulagsgerð að miklu leyti hopun jökla. Sóst hefur verið eftir uppbyggingu íbúðar- og atvinnuhúsnæðis neðan við Svínafellsjökul. Við jökulinn er þekkt hættu á berghlaupi vegna óstöðugra hlíða í tengslum við hopun jökulsins. Við skipulagsgerð á svæðinu þarf því að skoða óskir um uppbyggingu útfrá þessari þekktu náttúruvá.

Varanleiki skipulagsákvarðana skiptir máli þegar kemur að sjávarstöðubreytingum. Fyrstu viðmiðunarreglur um skipulag á lagsvæðum voru settar fram árið 1992 (Gísli Viggósson, 1992) og



Mynd 11.10: Í stefnu aðalskipulags Grundarfjarðarbæjar hefur stefna um blágrænar ofanvatnslausnir verið innleidd í tengslum við verkefnið „Grænn og heilsuvænn Grundarfjörður“, birt með leyfi.

tóku mið af líklegri sjávarstöðuhækkun árið 2100, eða tæplega 110 árum eftir að reglurnar voru gefnar út. Í grein 2.5 er birt mat á sjávarstöðubreytingum til loka þessarar aldar og fyrir miðbik þeirrar næstu. Fyrri mörkin eru eftir tæplega 80 ár og þau seinni eftir tæplega 130 ár. Þegar skipulagt er á lágsvæðum þarf því að taka tillit til þess í forsendum að hækkandi sjávarstaða verður líklegast viðvarandi öldum saman (sjá umfjöllun í greinum 2.5 og 10.4.4).

Það er ljóst að víða á landinu munu sjávarstöðubreytingar hafa áhrif á hverfi sem byggð eru á lágsvæðum. Í þessu samhengi skiptir máli að afskriftatími bygginga er mun styttri en eðlilegur líftími þeirra. Sjávarflóð í íbúðabyggð getur falið í sér eignatjón fyrir einstaklinga og samfélagsleg áhrif, m.a. á trygginga- og lánastofnanir.

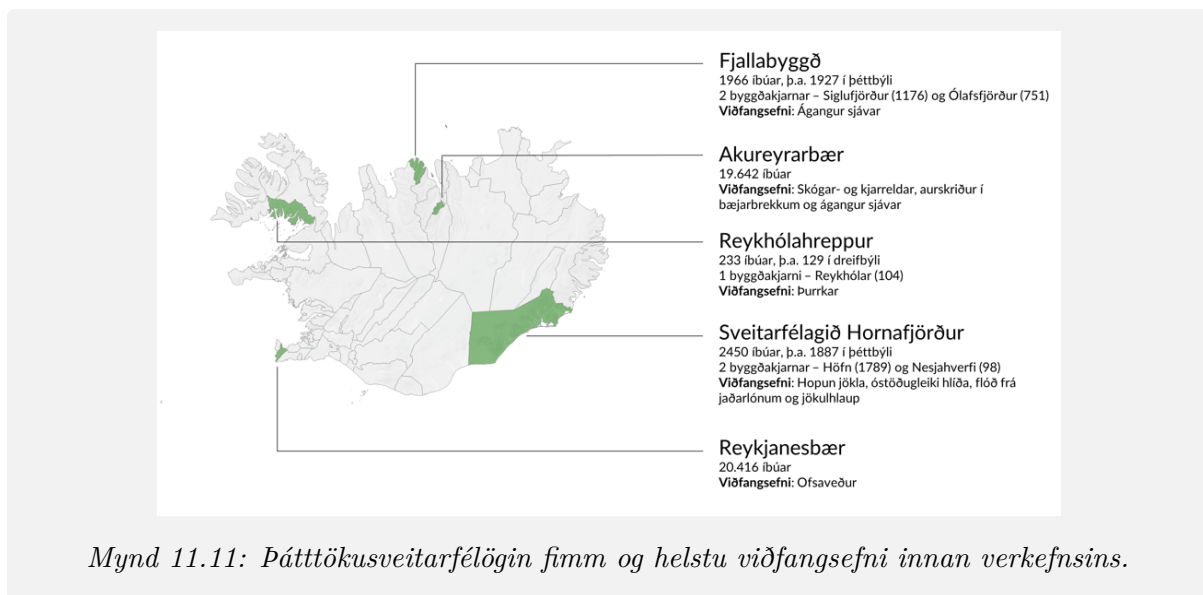
Nýlega hófst verkefni sem skilgreint er á byggðaáætlun og ætlað er að móta aðferðafræði fyrir gerð aðlögunaráætlana sveitarfélaga. Aðgerðin er á ábyrgð umhverfis-, orku- og loftslagsráðuneytis undir byggðaáætlun og framkvæmd af Veðurstofu Íslands, Byggðastofnun og Skipulagsstofnun (sjá umfjöllun í sérgrein 11A).

11A Aðlögunaráætlanir sveitarfélaga

Í byggðaáætlun 2022-2026 er skilgreint verkefni um að móta heildræna nálgun á aðlögun sveitarfélaga að áhrifum loftslagsbreytinga. Í þessu felst að gera sveitarfélög reiðubúin til þess að takast á við loftslagsbreytingar, svo sem með því að greina áskoranir, ógnanir og tækifæri til framtíðar og samræma við skipulagsáætlanir, viðbragðsáætlanir eða einstaka framkvæmdir. Aðgerðin er á ábyrgð umhverfis-, orku- og loftslagsráðuneytisins og er framkvæmd í samstarfi við Byggðastofnun, Skipulagsstofnun og skrifstofu loftslagsþjónustu og aðlögunar hjá Veðurstofu Íslands.

Fimm sveitarfélög taka beinan þátt í verkefninu, Akureyrarbær, Sveitarfélagið Hornafjörður, Fjallabyggð, Reykhólahreppur og Reykjanesbær. Lögð er áhersla á mismunandi nálgun innan hvers sveitarfélags; víð nálgun tekur til margra áhættuþátta og þröng nálgun til einnar eða færri tegunda áhættu. Á mynd 11.11 má sjá yfirlit yfir þátttökusveitarfélög verkefnisins og þá áhættuþætti sem skoðaðir verða í hverju sveitarfélagi. Verkefnið kallar á víðtækt þverfaglegt samstarf, svo sem við Samband íslenskra sveitarfélaga, fulltrúa sveitarfélaga, Almannaþing og aðrar fagstofnanir.

Unnið verður með fulltrúum sveitarfélaganna við að greina áhrif og afleiðingar loftslagsbreytinga og móta aðgerðir til aðlögunar. Ferlar slíkrar vinnu eru enn óljósir og skýra þarf aðferðafræði, hlutverkaskiptingu, boðleiðir og fjármagn. Vinnan mun skila aðlögunaráætlunum sem miða að því að auka loftslagsþol innviða, atvinnugreina, efnahags og samfélags í þátttökusveitafélögunum. Samhliða vinnunni fer fram mótun almenns leiðarvísis sem nýtast mun öðrum sveitarfélögum á Íslandi við gerð aðlögunaráætlana óháð stærð, staðsetningu og mannafla.



11.6.1.1 Framtíðarsýn skipulagsmála

Sveitarfélög á Íslandi eru enn sem komið er ekki nægilega vel í stakk búin til þess að takast á við áskoranir sem felast í loftslagsbreytingum (Samráðsvettvangur, 2023). Sveitarfélög og ríki þurfa að vinna saman að aðlögunarmálum. Sveitarfélögin fara með skipulagsvaldið en það er hlutverk ríkis að styðja við með fjármagni og lagasetningu (Theódóra Matthíasdóttir o.fl., 2023). Ekki er til staðar skýr rammi um fjárhagslega aðstoð og hagnýtan stuðning fyrir sveitarstjórnastigið til að aðstoða við framkvæmd áhættumats og aðlögunaraðgerða sem byggjast á því (Gram-Hanssen o.fl., 2023).

Mikilvægt er að tryggja betur undirstöður loftslagsmiðaðs skipulags með skýrum markmiðum og fyrirmælum í skipulagslögum, skýrum áherslum í landsskipulagsstefnu og með leiðbeiningum, hvatningu og stuðningi við skipulagsyfirvöld í héraði og þeirra ráðgjafa og hönnuði.

Svo að skipulagsgerð verði markviss og árangursrík og aðlögun verði að almennri nálgun í skipulagsmálum þarf að skýra hvað ber að leggja til grundvallar skipulagsákvörðunum varðandi mat á hættu tengdum loftslagsbreytingum og hvaða viðmið ber að leggja til grundvallar um uppbyggingu og nýtingu svæða þar sem tiltekinnar hættu eða atburða er að vænta.

11.7 Viðbrögð við loftslagsvá: Dæmi um aðlögunaraðgerðir

Í V2018 var fjallað um aðgerðir innan nokkurra geira til þess að aðlagast mögulegum afleiðingum loftslagsbreytinga. Með vaxandi áhættu vegna loftslagsbreytinga er ljóst að nær allir gearar samfélagsins þurfa að huga að aðlögun á einhvern hátt. Vísindanefnd um loftslagsbreytingar hélt málstofur um þetta efni árið 2022 og verður hér stuttlega fjallað um þá aðlögunarþörf og stöðu aðlögunar innan nokkurra efnahagsgeira. Efnistöð byggjast að verulegu leiti á erindum sem flutt voru á málstofunum.

11.7.1 Fjármálastarfsemi og tryggingar

Eins og rætt er í kafla 8 er váttrygginga- og fjármálastarfsemi mikilvæg þegar kemur að því að stýra veðurtengdri áhættu.

Í grein 10.5.2 er fjallað um áhættustýringu og Sendai sáttmálann. Þar kemur fram að það sé hlutverk ríkja að haga áhættustýringu þannig hún dragi úr hörmungum. Þar þurfi þó að deila ábyrgðinni með öðrum hagaðilum, t.d. sveitarstjórnnum og einkageiranum, svo sem

vátryggingafélögum (L. Jóhannsdóttir og Wallace, 2021). Því er mikilvægt að efla samstarf hagaðila, t.d. á sviði mannvirkjagerðar og skipulagsmála, með það fyrir sjónum að draga úr tjóni og skilgreina hvar ábyrgðin liggur.

Fjármálafyrirtæki eru háð áhættumati til framtíðar. Þau eru í sífelld auknum mæli farin að kalla eftir upplýsingum um loftslagsbreytingar og taka tillit til þeirra við sviðsmyndagreiningar. Að auki eru fjárfestingar á sviði loftslagsmála og aðlögunar að verða algengari, sem er í samræmi við greiningar Milliríkjanefnd Sameinuðu þjóðanna um loftslagsbreytingar.

Seðlabankar víða um heim eiga í samstarfi um að meta loftslagsáhættu á fjármálakerfi. Í grein 8.6 er fjallað sérstaklega um áhrif loftslagsbreytinga á fjármálakerfi. Eins og þar kemur fram voru sett fram nokkur ráð til seðlabanka heimsins í samhengi loftslagsbreytinga. Þau ráð sem sérstaklega tengjast aðlögun snúa að því að efla skilning á loftslagsáhættu fjármálafyrirtækja, þróa loftslagsáhættu í álagsprófum fjármálamarkaða og loftslagsáhættuviðmið fyrir varðveislu gjaldeyrisforða auk þess að efla færni og þekkingu starfsfólks á loftslagstengdum áhættuþáttum (NGFS, 2019).

Eins og fram kemur í grein 8.6.1 eru loftslagsbreytingar á verksviði Seðlabanka Íslands (Gunnar Jakobsson o.fl., 2021). Viðbrögð við áhrifum loftslagsbreytinga snerta bæði hlutverk og umboð bankans, t.d. í samhengi fjármálastöðugleika, fjármálaeftirlits og peningaeftirlits. Til þess að bregðast við því þarf sviðsmyndagreiningu, álagspróf og mat á loftslagsáhættu og haglíkana. Seðlabankinn hefur sett fram skuldbindingar vegna loftslagsáhættu sem snúa bæði að eigin rekstri og starfsemi ábyrgðarsviða bankans (Gunnar Jakobsson o.fl., 2021). Sjá frekari umfjöllun í grein 8.6.1.

11.7.1.1 Viðbrögð tryggingafélaga við loftslagsvá

Hvötum til viðbragða við loftslagsvá má skipta í innri og ytri hvata og óbeinan þrýsting. Ráðast hvatarnir nokkuð af staðsetningu, eðli og stærð tryggingafélaga (Hvítbók, 2021; Jóhannsdóttir o.fl., 2015; Lára Jóhannsdóttir, 2015). Fjallað var um hvata til aðgerða í V2018 og því er hér aðeins stiklað á stóru.

Ytri hvatar eru t.d. lög, reglugerðir, alþjóðlegir staðlar og sáttmálar og leiðbeiningar. Sem dæmi má nefna að ákvæði um ófjárhagslega upplýsingagjöf er þegar að finna í lögum nr. 3/2006 um ársreikninga. Kallað er eftir breytingum á starfsemi vátryggingarfélaga og annarrar fjármálastarfsemi vegna loftslagsbreytinga. Fyrirtækin þurfa í auknum mæli að upplýsa um umhverfis- og loftslagsáhættu sem tengist rekstri þeirra, til dæmis hvernig loftslagsáhætta er skilgreind, metin og hvernig henni er stýrt. Þá má nefna að áherslur á ábyrgar fjárfestingar hafa aukist. Til að mynda var samþykkt ákvæði um siðferðileg viðmið í fjárfestingum lífeyrissjóða þegar lög nr. 29/1997 um skyldutryggingu lífeyrisréttinda og starfsemi lífeyrissjóða voru endurskoðuð árið 2017.

Innri hvatar svo sem fjárhagslegur ávinningur geta leitt af sér aukna áherslu á aðlögun að loftslagsbreytingum.

Óbeinn þrýstingur getur orðið til vegna krafa stjórnvalda á viðskiptavini vátryggingafyrirtækja sem kalla eftir nýjum lausnum. Auk þess sem fjárhagslegur þrýstingur frá endurtryggingafélögum til skaðatryggingafélaga getur haft áhrif.

Í Hvítbók um aðlögun að loftslagsbreytingum kemur fram að þörf sé á ýmsum umbótum á sviði vátrygginga (Hvítbók, 2021). Byggja þarf verðlagningu vátrygginga og upplýsingagjöf á áhættumati. Þar sem ekki allt tjón fæst bætt þarf einnig að hvetja kaupendur til að huga að forvörnum. Í því samhengi er mikilvægt að auka upplýsingagjöf til almennings um nauðsynlegar forvarnir, lögboðna vernd og þá vernd sem í boði er hjá einkareknum félögum.

Upplýsingar skortir um tíðni og alvarleika veðurfarstengdra tjóna og áhrif þeirra á vátryggingarkjör og skilmála. Einnig er óvíst hvort og hvernig tjónaupplýsingar eru nýttar til að draga úr áhættu af veðurfarstjónum. Því þarf að efla rannsóknir sem snúa að vátryggingafélögum og loftslagsáhættu, svo sem getu vátryggingafélaga að mæta slíkri áhættu og hvernig þau stýri

henni. Hægt væri að innleiða loftslagstengd álagspróf á váttryggingaskuld og nýta þau til þess að bæta áhættumat og verðlagningu váttrygginga. Skýra þarf áhrif aðlögunar á váttryggingataka í nútíð og framtíð hvað varðar forvarnir, váttryggingakjör, skilmála og váttryggingaskuld (Hvítbók, 2021).

Fjallað var um tryggingafélög í kafla 8 og vatnsveitur í kafla 9.2.1. Þrátt fyrir að tryggingafélög bjóða vernd gegn vatnstjóni er ekki ljós hvort um fullnægjandi vernd sé að ræða gagnvart flóðahættu vegna leysingavatns, flóða sem verða vegna brests mannvirkja eða sjávarflóða. Í samhengi aðlögunar er mikilvægt að ábyrgð hvers aðila sé skýr, eins og fram kemur í Sendai sáttmálanum.

11.7.2 Ferðapjónusta

Ferðapjónusta er umsvifamikil á Íslandi og stjórnvöld, viðbragðsaðilar og fulltrúar ferðapjónustunnar eiga í stöðugum samskiptum vegna náttúruvár, öryggis ferðamanna, áhættumats og viðbragðsáætlana. Vinna við aðgerðaráætlun fyrir ferðamálastefnu til ársins 2030 stendur yfir. Þar eru samgöngur og öryggismál tekin fyrir, en þessir þættir eru háðir loftslagsbreytingum (sjá 11.7.5). Þannig felst aðlögun innan ferðapjónustunnar meðal annars í því að gera atvinnugreinina betur í stakk búna til þess að takast á við áskoranir með öryggi ferðamanna í huga (Alta, 2023b).

Eins og rakið er í kafla 8 geta loftslagsbreytingar haft áhrif á eftirspurn innan ferðapjónustunnar, auk þess sem breytingar á náttúrufari geta haft bein áhrif á rekstur. Augljósasta dæmið er jöklatengd ferðapjónusta þar sem aðlögun hefur átt sér stað á forni tæknilegrar-, skipulagslegrar-, viðskiptalegrar- og stofnanalegrar aðlögunar. Hún er ýmist venjubundin eða sem viðbrögð við sýnilegri áhættu eða tækifærum (sjá umfjöllun í sérgrein 11B).

11B Aðlögun í ferðapjónustunni

Í rannsókn Jóhannesar Welling (Welling og Árnason, 2016; Welling og Abegg, 2019), sem fjallað er um í kafla 8.5, var meðal annars skoðað hvernig aðlögun að loftslagsbreytingum á sér stað innan smárra og meðalstórra fyrirtækja í jöklaferðamennsku. Um leið var metið hvaða þættir það eru sem hafa áhrif á aðlögun þessara fyrirtækja. Samkvæmt viðtölum við sjö mismunandi aðila í ferðapjónustu við Vatnajökul voru skilgreindar 63 mismunandi aðlögunaraðgerðir sem skipt var í eftirfarandi flokka:

- **Tæknileg aðlögun**, svo sem uppbygging brúa eða kaup á nýjum bílum.
- **Skipulags- og stjórnunarlega aðlögun**, svo sem breytingar á staðsetningu ferðamannastaða, vöktun og viðhaldi.
- **Viðskiptaleg aðlögun**, svo sem þegar fjölbreytileiki ferða breytist, til dæmis með tilkomu hellaferða.
- **Stofnanaleg aðlögun**, til dæmis þjálfun starfsmanna og samvinna milli aðila.

Skoðað var hvort aðgerðir væru framsýnar (*e. proactive adaptation*), það er skipulagðar með tilliti til loftslagsbreytinga, eða tilfallandi. Niðurstöður sýndu að meirihluti aðgerða reyndist tilfallandi, sjá töflu 11.2.

Af þeim aðgerðum sem voru skipulagðar með loftslagsbreytingar í huga var einkum um að ræða viðbrögð við því sem þegar hafði átt sér stað fremur en undirbúning undir framtíðarvá. Aðlögunaraðgerðirnar virtust því annars vegar vera viðbrögð við þegar sýnilegri áhættu eða tækifærum vegna loftslagsbreytinga og hins vegar hluti af venjubundinni þróun.

Viðhorf til áhættunnar reyndist helsti áhrifaþátturinn á aðlögunaraðgerðir. Þannig töldu forsvarsmenn fyrirtækjanna að loftslagsbreytingar væru ekki að auka áhættu þeirra. Þeir töldu greinina sveigjanlega og hafa getu til þess að aðlagast breyttum aðstæðum og

landslagi. Þeir bentu einnig á hversu flókið það væri að beita framsýnni aðlögun þar sem jöklar eru síbreytilegir.

Í ljós kom að ýmsar hindranir standa í vegi fyrir framsýnni aðlögun; skammtímahugsun, togstreita á milli mismunandi hagsmuna og ólíkar þarfir hvað varðar þjónustu, rannsóknir og umgjörð sem fyrirtækin þurfa á að halda frá stjórnvöldum, stofnunum og vísindasamfélaginu.

Í rannsóknnum Jóhannesar voru haghafar fengnir til þess að taka þátt í hönnun sviðsmynda í samhengi mögulegra aðlögunaraðgerða (*e. participatory scenario planning*) auk þess sem aðlögunarhæfni þeirra var greind. Í ljós kom að þátttakendur búa ekki yfir nægilegri getu til aðlögunar, ekki síst í samhengi ferla við ákvarðanatöku og stjórnsýslu. Aftur á móti getur aðferðafræði sem felur í sér þátttöku í sviðsmyndagreiningu aukið aðlögunarhæfni.

Tilfallandi aðlögun	Skipulögð aðlögun	
	<i>Viðbrögð</i>	<i>Framsýn</i>
55%	44%	1%

Tafla 11.2: Aðlögunaraðgerðir sem voru innleiddar samkvæmt rannsókn (Welling og Árnason, 2016)

11.7.3 Sjávarútvegur

Ekkert var fjallað um aðlögun í sjávarútvegi í V2018. Frá því að V2018 kom út hafa farið fram rannsóknir á möguleikum til aðlögunar innan geirans.

En til að bregðast við áhrifum loftslagsbreytinga á sjávarútveg þarf að fylgjast með þróun vistkerfisbreytinga með það að markmiði m.a. að geta brugðist við til að draga úr mögulegum neikvæðum áhrifum og til þess þarf að marka rannsóknarstefnu og skilgreina þarf og skipuleggja nauðsynlegar rannsóknir á vistkerfi hafsins (Alta, 2023c). Einnig þarf að skoða líffræðilegar afleiðingar af loftslagsbreytingum í samhengi við aðrar umhverfisbreytingar (Hrönn Egilsdóttir, 2023). Gera þarf heildstæða áætlun um hafrannsóknir um endurmat og endurskipulag núverandi rannsókna með aukinni áherslu á að afla verði nauðsynlegrar þekkingar sem þörf er á til að svara hvernig helstu nytjastofnum muni farnast í framtíðinni. Forsenda sjálfbærar nýtingar á sjávarauðlindum inn í framtíðina, byggir á umhverfis- og vistkerfisvöktun og öflugum hafrannsóknum, og því eru þær þjóðhagslega mikilvægar.

Heildstæður rammi hefur verið settur fram til áhættumats og gerð aðlögunaráætlana vegna mögulegra áhrifa loftslagsbreytinga á sjávarútveg og fiskeldi (sjá umfjöllun í sérgrein 11C).

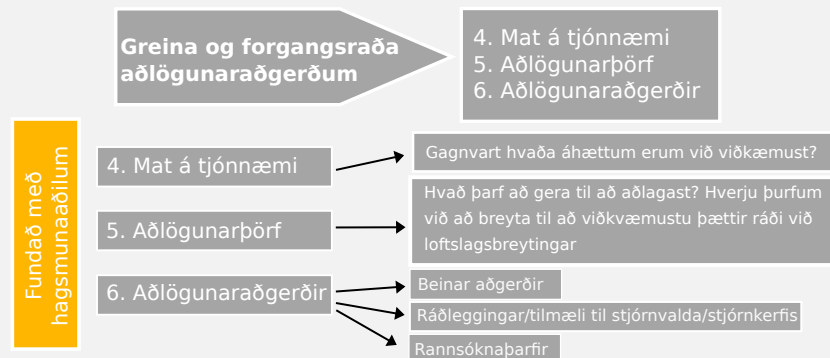
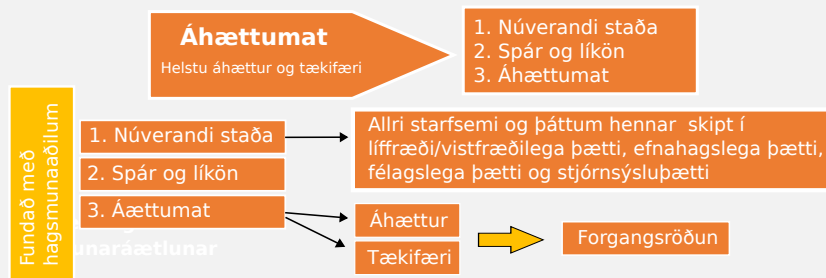
11C Aðlögun í sjávarútvegi

ClimeFish verkefnið (sjá nánar í kafla 8) fjallar um áhættumat og aðlögunaráætlanir sjávarútvegsins. Aðferðafræðin sem mótuð var byggir á vistkerfisnálgun og felur í sér áherslu á samvinnu og samtal við hagaðila. Hún felur í sér þrjú meginskref; áhættumat, greiningu og forgangsröðun aðlögunaraðgerða og uppsetningu aðlögunaráætlunar með skilgreindum ábyrgðarðailum, kostnaðarmati og tímaramma (mynd 11.2). Aðferðafræðin er yfirfæranleg á aðrar atvinnugreinar og byggir valkvæður aðlögunarstaðall ESB meðal annars á niðurstöðum verkefnisins.

Ferlið hefst á fundum með hagaðilum þar sem staðan er greind með tilliti til líf- og vistfræðilegra þátta, efnahags- og félagslegra þátta og stjórnsýslulegra þátta. Þannig fæst yfirsýn yfir allar víddir sjálfbærni og mat á því hvaða þættir verða fyrir raunverulegum áhrifum. Í kjölfarið eru spár og líkön notuð til þess að greina áhættuþættina frekar. Loks er sett fram áhættumat fyrir hvern þátt og tækifæri greind, séu þau til staðar.

Þeir þættir sem taldir eru hvað viðkvæmastir fyrir loftslagsáhættu eru greindir áfram með svokölluðu mati á tjónnæmi (*e. vulnerability assessment*) og aðlögunarþörf skoðuð. Á grundvelli þess eru aðlögunaraðgerðir mótaðar og skiptast þær í þrjá flokka; (1) beinar aðgerðir, (2) ráðleggingar og tilmæli til stjórnvalda og (3) rannsóknir. Að lokum er innleiðingaráætlun sett fram þar sem aðgerðir eru meðal annars metnar út frá kostnaði, fjármögnun, tíma innleiðingar og ábyrgð.

Í ljósi samfélagslegs og efnahagslegs mikilvægis sjávarútvegs, er mikilvægt að unnið verði að áhættumati fyrir íslenskan sjávarútveg í heild sinni og aðlögunaráætlun af þessu tagi sett fram.



Mynd 11.12: Efst:Framkvæmd áhættumats og uppsetning aðlögunaráætlana.
Miðja: Framkvæmd áhættumats. Neðst: Greining og forgangsröðun aðlögunaraðgerða
(Myndir: Ragnhildur Friðriksdóttir)

11.7.4 Vatns- og fráveitur

Fjallað er um vatns- og fráveitur í kafla 9. Loftslagsbreytingar leiða af sér ýmsar áskoranir á þessu sviði. Sem dæmi má nefna breytt úrkomumynstur og úrkomuákefð, skriðuföll, þurrka, gróðurelda, flóð og hærri sjávarstöðu, örverur í neysluvatni og yfirfullar skólplagnir (Alta, 2023d). Hér á eftir verður fjallað um vatns- og fráveitur í samhengi aðlögunar en umfjöllunin byggir að mestu leyti á málstofum vísindanefndar.

11.7.4.1 Neysluvatn

Sveitarfélög þurfa að leggja mat á áhrif loftslagsbreytinga á afhendingu vatns auk þess sem almannavarnanefndir sveitarfélaga þurfa að taka möguleg áhrif loftslagsbreytinga á neysluvatns-afhendingu inn í sínar viðbragðsáætlanir. Kostnaður vegna öflunar neysluvatns, svo sem með borunum, getur verið mikill og eiga stærri rekstrareiningar auðveldar með slíkar fjárfestingar. Sem viðbrögð við loftslagsbreytingum þarf að huga að sameiningu smærri vatnsveitna, eins og aðstæður leyfa.

Hægt er að auka öryggi vatnsbóla með því að tryggja aðgengi að varavatsnbóli og marka stefnu um neysluvatn og vatnsgæði með tilliti til nýrra áskorana, svo sem áhrifa loftslagsbreytinga. Eins og fram kom í kafla 9 eru skriðuföll, þurrkar og mengunarhætta áhættuþættir fyrir allar vatnsveitur og því mikilvægt að framkvæma áhættumat á öllum vatnsbólum og gera endurbætur í samræmi við það.

Á grundvelli aðlögunar er mikilvægt að vinna að endurbótum á dreifikerfi og greina hvar endurnýjunar lagna er þörf. Það á til dæmis við þar sem neysluvatnslagnir liggja í sama skurði og fráveitulagnir.

11.7.4.2 Fráveitur

Huga þarf að loftslagsbreytingum við hönnun fráveitna og greina flutningskerfi með tilliti til aukins álags vegna þeirra. Hægt er að draga úr álagi á fráveitur og minnka flóðahættu með því að aðgreina skólperfi og regnsvatnskerfi. Tryggjar undankomuleiðir fyrir ofanvatn, t.d. blágrænar ofanvatnslausnir, draga einnig úr flóðahættu. Í þessu samhengi skiptir skipulag miklu máli, svo sem með ákvæðum um blágrænar ofanvatnslausnir og öðrum viðeigandi aðgerðum (sjá grein 11.6).

11.7.5 Samgöngur

Líkt og rakið er í grein 9.4 hafa loftslagsbreytingar áhrif á samgöngukerfi, m.a. vegna breytinga á úrkomumynstri og úrkomuákefð, skriðufalla, þurrka, gróðurelda, flóða, hærri sjávarstöðu, landriss og landsigs.

Umbreyta þarf samgönguinnviðum sem þegar eru til staðar svo að þeir verði loftslagsþolnir. Við nýframkvæmdir þarf að huga að mögulegum áhrifum loftslagsbreytinga við hönnun.

Þær áskoranir sem samgöngur á landi standa frammi fyrir eru raktar í grein 9.4 auk þess sem fjallað er um aðgerðir til þess að mæta áskorunum í rekstri í V2018 og í Skúli Þórðarsson (2012). Hægt er að endurskoða rekstur og breyta skipulagi í samræmi við breytingar í álagi. Slíkt kallar á skráningu, skipulag og vöktun svo hægt sé að bregðast við í tíma.

Í grein 9.4.3.2 er fjallað um áhrif loftslagsbreytinga á samgöngur á sjó. Aðlögun á því sviði tekur helst til þess að lágmarka neikvæð áhrif hafíss og borgaríss. Það kallar á öflugt eftirlit og markvissa miðlun upplýsinga til sjófarenda og annarra notanda hafisupplýsinga. Alþjóðasamstarf, svo sem á vegum IICWG (*International Ice Charting Working Group*) (IICWG, 2023) er mikilvægt til að tryggja staðlaða miðlun rauntímaupplýsinga, þróunar hafíss og skráninga hafíss og borgarísjaka. Veðurstofa Íslands hefur lögbundið hlutverk um að sinna hafiseftirliti og miðlun. Mikilvægt er að tryggja samfellu í vöktun hafíss, að sérþekking sé til staðar, staðlar séu virtir og að tekið sé þátt í erlendu samstarfi.

11.8 Niðurlag

Í kafla 8 er fjallað um verkefnið ARCPATH, þar sem sjónum er beint að áhrifum stórviðra á samfélög á Vestfjörðum. Í verkefninu er leitað svara við spurningum um upplifun og reynslu fólks af slíkum veðrum, viðbrögðum og leiðum til að auka viðnámsþrótt samfélagsins, sem er eitt lykilatriði aðlögunar.

Í niðurstöðum kom fram að mikilvægt sé að tekið sé tillit til þekkingar og reynslu heimafólks. Aðlögun er verkefni sem tekur til ólíkra stjórnsýslustiga auk fyrirtækja, stofnana og almennings. Því skipti traust á milli þessara aðila miklu máli. Rétt eins og fram kemur í grein 11.6 er samstarf ólíkra aðila mikilvægt svo aðlögun heppnist vel. Niðurstöður ARCPATH drógu einnig athyglina að mikilvægi þess að eftirliti og spám sé vel sinnt, sérstaklega ef óveður verða tíðari vegna loftslagsbreytinga. Slík þjónusta er hluti af aðlögun og sérstaklega mikilvæg fyrir samfélög sem eru háð veðurtengdum gæðum.

Í inngangsorðum þessa kafla var bent á að aðlögun er staðbundin aðgerð til undirbúa samfélög, fólk, kerfi og náttúru undir áhrif loftslagsbreytinga. Hér að ofan hefur verið rakið hversu viðamikil verkefnið er og hvernig það nær víða um þjóðfélagið. Aðlögun felur í sér breytingar á byggðum innviðum og skipulagi en getur einnig snúið að félagslegum innviðum, atvinnuháttum og efnahagsstarfsemi. Þá tengist hún áhættustýringu bæði vegna flókinnar áhættu þvert á landamæri og beinnar náttúrvar, sem loftslagsbreytingar munu auka.

Í lokaorðum ágrípskafla skýrslunnar kemur fram að þessi skýrsla staðfestir, svo ekki verði um villst, að loftslagsbreytingar hafa þegar haft áhrif á náttúrufar og lífsskilyrði á Íslandi. Aðlögunar er þörf til að mæta þeim áskorunum sem afleiðingum loftslagsbreytinga fylgir. Afleiðingarnar fara vaxandi og því mikilvægt að aðlögun sé í brennidepli hjá ríki og sveitarfélögum.

Heimildir

- Adaptation Support Tool* (2023). Accessed on July 23, 2023. URL: <https://climate-adapt.eea.europa.eu/en/knowledge/tools/adaptation-support-tool>.
- Alta (2023a). *Aðlögun að loftslagsbreytingum*. Skoðað: 2023-10-02. URL: <https://adlogun.alta.is/heim>.
- (2023b). *Ferðaþjónusta og aðlögun að loftslagsbreytingum: Samráðsferli til undirbúnings landsáætlunar*. Skoðað: October 1, 2023. URL: <https://adlogun.alta.is/vinnustofur/vinnufundur-um-fer%C3%B0a%C3%BEj%C3%B3nustu>.
- (2023c). *Sjávarútvegur og fiskeldi - aðlögun að loftslagsbreytingum. Samráðsferli til undirbúnings landsáætlunar*. Skoðað: 2023-10-02. URL: <https://adlogun.alta.is/vinnustofur/vinnufundur-um-sj%C3%A1var%C3%BAtveg-og-fiskeldi>.
- (2023d). *Vatns og fráveita og aðlögun að loftslagsbreytingum: 5. vinnustofa í samráðsferli til undirbúnings landsáætlunar*. Skoðað: October 1, 2023. URL: <https://adlogun.alta.is/vinnustofur/vinnustofa-um-vatn-og-fr%C3%A1veitu>.
- Anisimov, A. og A.K. Magnan (2023). *The Global Transboundary Climate Risk Report*. The Institute for Sustainable Development, International Relations and Adaptation Without Borders, bls. 114. URL: <https://adaptationwithoutborders.org/>.
- European Environment Agency (2023). *Iceland*. URL: <https://reportnet.europa.eu/public/dataflow/113>.
- Gísli Viggósson (1992). *Skipulags- og byggingarreglur á lágsvæðum þar sem hættu er á flóðum*. Tæknileg skýrsla. Fjarhitun verkfræðistofa fyrir Skipulag Ríkisins.
- Gram-Hanssen, Irmelin, Carlo Aall, Martin Drews, Sirkku Juhola, Alexandra Jurgilevich, Richard J.T. Klein, Mikael Allan Mikaelsson og Villy Lyngtorp Mik-Meyer (2023). *Comparative Analysis of Adaption Policy Landscape in the Nordic Region*. Copenhagen: Nordic Council of Ministers. URL: <https://pub.norden.org/temanord2023-525/>.
- Gunnar Jakobsson, Ragnheiður Jónsdóttir og Sigrún María Einarsdóttir (2021). „Seðlabankar hafa hlutverki að gegna í loftslagsmálum“. Í: *Kalkofninn rit Seðlananka Íslands*. URL: <https://www.sedlabanki.is/utgefing-efni/kalkofninn/grein/2021/11/03/Sedlabankar-hafa-hlutverki-ad-gegna-i-loftslagsmalum/>.
- Halldór Björnsson, Bjarni D. Sigurðsson, Brynhildur Davíðsdóttir, Jón Ólafsson, Ólafur S. Ástþórsson, Snjólaug Ólafsdóttir, Trausti Baldursson og Trausti Jónsson (2018). *Loftslagsbreytingar og áhrif þeirra á Íslandi – Skýrsla vísindanefndar um loftslagsbreytingar 2018*. Veðurstofa Íslands. URL: <https://www.vedur.is/media/loftslag/Skyrsla-loftslagsbreytingar-2018-Vefur-NY.pdf>.
- Holdren, John P. (2008). „Science and Technology for Sustainable Well-Being“. Í: *Science* 319.5862, bls. 424–434. DOI: 10.1126/science.1153386.
- Hrönn Egilsdóttir (2023). *Loftslagsbreytingar, súrnun sjávar og lífríki hafs. Vinnufundur um aðlögun að loftslagsbreytingum í samhengis jávarútvegs og fiskeldis*. Skoðað: 2023-10-02. URL: <https://drive.google.com/file/d/1BaUfiJjH2KgJMYcStlimN0uwZBTBW-N4/view>.
- Hvítbók (2021). *Hvítbók um aðlögun að loftslagsbreytingum - Drög að stefnu*. Starfshópur um stefnu stjórnvalda varðandi aðlögun að loftslagsbreytingum. Stjórnarráð Íslands: Umhverfis- og auðlindaráðuneytið.
- IICWG (2023). *International Ice Charting Working Group*. National Snow and Ice Data Center, University of Colorado Boulder. URL: <https://nsidc.org/> (skoðað 2023).
- Innviðaráðuneyti (2023). *Staða og þróun skipulagsmála á Íslandi*. Skoðað: 01-10-2023. URL: [https://samradsgatt.island.is/o11-mal/\\$Cases/Details/?id=3539#:~:text=Innvi%C3%B0ar%C3%A1%C3%B0uneyti%C3%B0%20kynnir%20til%20umsagnar%20hv%C3%ADtb%C3%B3k%20um%20skipulagsm%C3%A1ll%20E%80%93,till%2015%20%C3%A1ra%20og%20a%C3%B0ger%C3%B0a%C3%A1%C3%A6tlun%20til%20fimm%20%C3%A1ra..](https://samradsgatt.island.is/o11-mal/$Cases/Details/?id=3539#:~:text=Innvi%C3%B0ar%C3%A1%C3%B0uneyti%C3%B0%20kynnir%20til%20umsagnar%20hv%C3%ADtb%C3%B3k%20um%20skipulagsm%C3%A1ll%20E%80%93,till%2015%20%C3%A1ra%20og%20a%C3%B0ger%C3%B0a%C3%A1%C3%A6tlun%20til%20fimm%20%C3%A1ra..)

- IPCC (2022). „Summary for Policymakers“. Í: *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Gefið út af H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, M. Tignor, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Lösche, V. Möller, A. Okem og B. Rama. Cambridge, UK og New York, NY, USA: Cambridge University Press, bls. 3–33. DOI: 10.1017/9781009325844.001.
- Jóhannsdóttir, Lára, Snjólfur Ólafsson og Brynhildur Davíðsdóttir (2015). „Leadership role and employee acceptance of change: Implementing environmental sustainability strategies within Nordic insurance companies“. Í: *Journal of Organizational Change Management* 28.1, bls. 72–96.
- Jóhannsdóttir, L. og J. Wallace (2021). „The Instrumental Role of Insurance in Recovery, Development Programs, Resilience, and Place-Based Reconstruction Policy“. Í: *Handbook of Disaster Risk Reduction for Resilience*. Gefið út af Saeid Eslamian og Faezeh Eslamian. Springer. ISBN: 978-3-030-61277-1.
- Jóhannsdóttir, Lára (2015). „Drives of proactive environmental actions of small, medium and large Nordic non-life insurance companies—and insurers as a driving force of actions“. Í: *Journal of Cleaner Production* 108, bls. 685–698.
- Magnús Örn Sigurðsson (2020). *Að búa sig undir breyttan heim – Aðlögun vegna loftslagsvárs í ljósi stefnumótunar og stjórnarháttá. Gefið út af Anna Sigurveig Ragnarsdóttir, Brynhildur Davíðsdóttir, Halldór Þorgeirsson og Hrönn Hrafnisdóttir. Loftslagsráð. ISBN: 978 9935 24 679 0.*
- NGFS (2019). *NGFS Annual Report 2019*. URL: <https://www.greenfinanceplatform.org/research/ngfs-annual-report-2019>.
- NKL (2022). *Nordic Perspectives on Transboundary Climate Risk*. Publication 2022:531. Nordic Working Group for Climate and Air, Nordic Council of Ministers.
- Pörtner, H.-O., D.C. Roberts, H. Adams, I. Adelekan, C. Adler, R. Adrian, P. Aldunce, E. Ali, R. Ara Begum, B. Bednar-Friedl, R. Bezner Kerr, R. Biesbroek, J. Birkmann, K. Bowen, M.A. Caretta, J. Carnicer, E. Castellanos, T.S. Cheong, W. Chow, G. Cissé G. Cissé og Z. Zaiton Ibrahim (2022). *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Technical Summary. Cambridge, UK og New York, USA: Cambridge University Press, bls. 37–118.
- Samráðsvettvangur (2023). *Upptaka frá málstofu: "Aðlögun að Loftslagsbreytingum: Hvað vitum við og hvað þurfum við að gera"*. Samráðsvettvangur um þekkingarsköpun um áhrif loftslagsbreytinga, Skoðað: 01-10-2023. URL: <https://vimeo.com/807424103>.
- Skipulagsstofnun (2016). *Landsskipulagsstefna 2015–2026 ásamt greinargerð*. Skipulagsstofnun. URL: https://www.landsskipulag.is/media/pdf-skjol/Landsskipulagsstefna_2015-2026_asamt_greinargerd.pdf.
- Skúli Þórðarsson (2012). *Loftslagsbreytingar og vegagerð: tillögur um aðgerðir til aðlögunar, Vegagerðin og Vagsýn*. Skoðað: 2023-10-02. URL: [https://www.vegagerdin.is/vefur2.nsf/Files/Loftslagsbreytingar_vegagerd/\\$file/Loftslagsbreytingar_vegagerd.pdf](https://www.vegagerdin.is/vefur2.nsf/Files/Loftslagsbreytingar_vegagerd/$file/Loftslagsbreytingar_vegagerd.pdf).
- Stjórnarráð Íslands (2015). *Parísarsamningurinn*. URL: <https://www.stjornarradid.is/library/02-Rit--skyrslur-og-skrar/Par%C3%ADsarsamningurinn.pdf>.
- Stýrihópur, um tillögu að efnispáttum og skipulagi fyrir gerð landsáætlunar um aðlögun að loftslagsbreytingum (2023). *Loftslagsþolið Ísland: Tillögur fyrir gerð landsáætlunar um aðlögun að loftslagsbreytingum*. URL: <https://www.bbl.is/frettir/allt-idandi-af-lifi>.
- Theódóra Matthíasdóttir, Anna Hulda Ólafsdóttir og Magnús Agnesar Sigurðsson (2023). *Policy brief: Stronger together for a climate resilient north – Mainstreaming adaptation to climate change at the local level in the Nordic Countries*. Nord 2023:017. Nordic Council of Ministers, bls. 22. ISBN: 978-92-893-7612-9. DOI: 10.6027/nord2023-017. URL: <https://pub.norden.org/nord2023-017>.

- Veðurstofa Íslands (2023). *Misjöfn stada þekkingar á áhrifum loftslagsbreytinga og aðlögunar vegna þeirra*. Skoðað: 2023-10-02. URL: <https://vedur.is/um-vi/frettir/misjofn-stada-thekkingar-a-ahrifum-loftslagsbreytinga-og-adlogunar-vegna-theirra>.
- Welling, J. og B. Abegg (2019). „Following the ice: adaptation processes of glacier tour operators in Southeast Iceland“. Í: *International Journal of Biometeorology*. DOI: 10.1007/s00484-019-01779-x.
- Welling, J. og P. Árnason (2016). „External and Internal Challenges of Glacier Tourism Development in Iceland“. Í: *Mountain Tourism: Experiences, Communities, Environments and Sustainable Futures*. Gefið út af H. Richins og J. S. Hull. Wallingford: CAB International, bls. 186–195.